

PROJEKT TECHNOLOGICZNY

Tytuł: **projekt osłon stałych**

Branża: **ochrona radiologiczna**

Obiekt: Pracownia rtg
Zakład Diagnostyki Obrazowej
Samodzielny Publiczny
Wojewódzki Szpital Zespolony
w Szczecinie
ul. A. Sokołowskiego 11
70-891 Szczecin

Inwestor : Samodzielny Publiczny
Wojewódzki Szpital Zespolony
ul. Arkońska 4
Szczecin

Opracował: mgr inż. Maciej Malesa
tel. 503 71 99 49

I. OPIS TECHNICZNY

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Przedmiot i zakres opracowania | 3 |
| 2. Opis pracowni rtg | 3 |

II. OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH I WYTYCZNE
OCHRONY PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM

- | | |
|---|----|
| 1. Dane wyjściowe do obliczeń | 4 |
| 2. Dane dotyczące istniejących i projektowanych osłon | 4 |
| 3. Obliczenia osłon stałych | 4 |
| 4. Zestawienie osłon stałych | 18 |
| 5. Analiza przeprowadzonych obliczeń | 19 |
| 6. Wytyczne do prac adaptacyjnych | 19 |

I. OPIS TECHNICZNY

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem pierwszej części opracowania jest opis projektowanej pracowni rtg Centralnej Diagnostyki Obrazowej zlokalizowanej przy ul. A. Sokołowskiego 11 w Szczecinie. W projektowanej pracowni rtg będzie zainstalowany ogólnodiagnostyczny aparat rtg do zdjęć kostnych i płucnych Bucky Diagnost firmy Philips. Druga część projektu obejmuje obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym oraz zakres niezbędnych prac adaptacyjnych w celu spełnienia wymogów zawartych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz. 1325 z 2006r.).

Inwestor:

Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Zespolony w Szczecinie
ul. Arkońska 4

2. Opis pracowni rtg

Aparat rtg do zdjęć kostnych i płucnych Bucky Diagnost będzie eksploatowany w wyznaczonym gabinecie rtg na parterze budynku przy ul. Sokołowskiego 11 w Szczecinie. Aparat jest obecnie eksploatowany w innym miejscu i zostanie przeniesiony do pomieszczenia po byłym bloku operacyjnym.

Powierzchnia gabinetu rtg wynosi 29,92 m², wysokość 3,05 m w świetle. Projektowany gabinet rtg przylega bezpośrednio do: klatki schodowej, sterowni, aneksu socjalnego, pokoju opisów, kabiny pacjentów, korytarza, gabinetu lekarskiego. Nad pracownią nie ma żadnych pomieszczeń (dach). Pod gabinetem znajduje się pomieszczenie techniczne (wentylatornia). Wentylatornia nie jest pomieszczeniem przeznaczonym na pobyt ludzi.

Ekspozycje będą wykonywane z sterowni. Pacjent będzie widoczny poprzez okienko kontrolne.

Gabinet rtg będzie wyposażony w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5 krotną wymianę powietrza na godzinę.

Pacjenci będą mieli do dyspozycji kabinę do przygotowania do wykonania zdjęcia.

Aparat rtg będzie wyposażony w cyfrowy detektor obrazu w związku z tym nie przewiduje się osobnego pomieszczenia na ciemnię (odczyt kaset za pomocą skanera).

II. OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH I WYTYCZNE OCHRONY PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM

1. Dane wyjściowe do obliczeń

Obliczenia wykonano na podstawie PN-86/J-80001 „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma Obliczanie osłon stałych”, rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20 poz. 168 z 2005r.) oraz wytycznych zawartych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz. 1325 z 2006r.).

Jako dawkę graniczną do obliczeń dla ścian AB, BC (aneks socjalny, pokój opisów), CD, DE, EF, FA, stropów, przyjęto 0,5 mSv na rok, co odpowiada dawce 9,5 µGy na tydzień.

Jako dawkę graniczną do obliczeń dla ściany BC (sterownia) przyjęto 3 mSv na rok, co odpowiada dawce 57 µGy na tydzień.

2. Dane dotyczące istniejących i projektowanych osłon

Ściana AB – wykonana z cegły pełnej grubości 48 cm

Ściana BC – wykonana z cegły pełnej grubości 42 cm (w ścianie BC znajduje się przejście do sterowni, w którym będą osadzone drzwi d1 i okienko kontrolne)

Ściana CD – projektowana

Ściana DE – projektowana

Ściana EF – wykonana z cegły pełnej grubości 36 cm

Ściana FA – wykonana z cegły pełnej grubości 48 cm

Strop górny, dolny – stropy żelbetowe pełne grubości 16 cm

Okna O1, O2 znajdują się na wysokości 2,30 m nad poziomem gruntu.

Wysokość parapetu w gabinecie 90 cm nad poziomem podłogi.

3. Obliczenia osłon stałych

Czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia należy obliczyć wg wzoru:

$$t = T \cdot U \cdot t_1$$

w którym:

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu

U – współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony

t_1 – maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, h

W przypadku wiązki pierwotnej promieniowania należy policzyć krotność osłabiania promieniowania przez osłonę.

$$k = \frac{D \cdot I_A \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y$$

D1 – moc dawki w odległości 1m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA, $\text{cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$

I_A - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA

t – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, min

D – dawka tygodniowa dopuszczalna, cGy

l – najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m

y – współczynnik osłabienia w tkance

W przypadku promieniowania rozproszonego przez pacjenta należy obliczyć zredukowaną moc dawki wg wzoru:

$$C_1 = \frac{D' \cdot l^2}{t \cdot I_A} \quad [\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

w którym:

D' – dawka tygodniowa dopuszczalna promieniowania, μGy

l – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m

t – czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone, h

I_A – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA

W przypadku promieniowania rozproszonego przez ścianę lub osłonę należy obliczyć zredukowaną moc dawki wg wzoru:

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I_A \cdot s \cdot y} \quad [\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

f – odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej, m

s – rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f , m^2

Założenia projektowe dla aparatu rtg

W gabinecie zostanie zainstalowany aparat rtg Bucky Diagnost firmy Philips. W gabinecie będą wykonywane zdjęcia kostne i płucne. Zdjęcia będą wykonywane pacjentom na stole jak również przywożonym na łóżku. Gabinet będzie wyposażony w ściankę do zdjęć płucnych jak i w ściankę do zdjęć kości długich. Kolumna aparatu wraz z lampą będzie się przesuwac wzdłuż szyn zamontowanych pod sufitem.

Do obliczeń przyjęto najkrótsze odległości do poszczególnych osłon z uwzględnieniem ekspozycji wykonywanych przy łóżku z pacjentem.

Do obliczeń założono czas pojedynczej ekspozycji 0,5 sek. Jest to czas znacznie dłuższy od czasów rzeczywistych stosowanych podczas zdjęć np. płuc, kręgosłupa czy kończyn. Stosowane w szpitalu napięcia na lampie nie przekraczają 125 kV.

Przewidywana liczba ekspozycji:
150 ekspozycji dziennie.

Na podstawie analizy wykonywanych do tej pory zdjęć w szpitalu przyjęto następujące dane techniczne aparatu rtg:

prąd anodowy	$I_A = 200 \text{ mA}$
napięcie anodowe	$U_A = 125 \text{ kV}$
filtracja całkowita	2,5 mmAl
czas ekspozycji	$t_0 = 0,5 \text{ sek.}$
ilość ekspozycji dziennie	$n = 150$ (75 ekspozycji na stół, 75 ekspozycji na ściankę do zdjęć płucnych w tym 4 ekspozycje na ściankę do zdjęć kości długich)

Wiązka pierwotna promieniowania będzie skierowana w kierunku stropu dolnego (zdjęcia na stół) lub ściany AB (zdjęcia płucne i zdjęcia kości długich).

Do obliczeń przyjęto po 75 ekspozycji dziennie wykonywanych w kierunku stołu i 75 ekspozycji dziennie w kierunku ścianki do zdjęć płucnych w tym 4 ekspozycje dziennie na ściankę do zdjęć kości długich.

Zdjęcia płuc są wykonywane z odległości 150 cm od ogniska lampy.

Zdjęcia kości długich z odległości 230 cm od ogniska lampy.

W przypadku promieniowania rozproszonego założono narażenie osłon od 75 ekspozycji dziennie w kierunku stołu i 75 ekspozycji dziennie w kierunku ścianki do zdjęć płucnych. Ponieważ promieniowanie rozproszone dociera do osłon bez względu czy rozproszenie jest od pacjenta przy stole czy przy ścianie, do obliczeń przyjęto po połowie dawki granicznej tygodniowej dla ekspozycji przy stole i ścianie.

Czas narażenia od promieniowania pierwotnego:

Dla osłon : AB (ściana zewnętrzna), strop dolny (wentylatornia)

$T=0,05$ i $U=1$

$t_1 = 75 \times 0,5 \text{ sek.} \times 7 \text{ dni w tygodniu} = 262,5 \text{ sek.} = 4,38 \text{ min/tydzień}$

$t = 0,05 \times 1 \times 4,38 \text{ min/tydzień} = 0,219 \text{ min/tydzień}$

Czas narażenia od promieniowania rozproszonego przy ekspozycjach na stół:

Dla osłon : BC, EF (pokój lekarski), drzwi d1

$T=1$ i $U=1$

$t_1 = 75 \times 0,5 \text{ sek.} \times 7 \text{ dni w tygodniu} = 262,5 \text{ sek.} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$

$t = 1 \times 1 \times 0,0729 \text{ h/tydzień} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$

Dla osłon : AB (klatka schodowa), CD, DE, EF (korytarz), drzwi d2, d3

$T=0,25$ i $U=1$

$t_1 = 75 \times 0,5 \text{ sek.} \times 7 \text{ dni w tygodniu} = 262,5 \text{ sek.} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$

$t = 0,25 \times 1 \times 0,0729 \text{ h/tydzień} = 0,0182 \text{ h/tydzień}$

Dla osłon : AB (ściana zewnętrzna), FA (ściana zewnętrzna), strop górny, dolny

$T=0,05$ i $U=1$

$t_1 = 75 \times 0,5 \text{ sek.} \times 7 \text{ dni w tygodniu} = 262,5 \text{ sek.} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$

$t = 0,05 \times 1 \times 0,0729 \text{ h/tydzień} = 0,00365 \text{ h/tydzień}$

Analogicznie czas narażenia od promieniowania rozproszonego przy ekspozycjach na ściankę do zdjęć płucnych:

Dla osłon : BC, EF (pokój lekarski), drzwi d1

$$T=1 \text{ i } U=1$$

$$t_1 = 75 \times 0,5 \text{ sek.} \times 7 \text{ dni w tygodniu} = 262,5 \text{ sek.} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$$

$$t = 1 \times 1 \times 0,0729 \text{ h/tydzień} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$$

Dla osłon : AB (klatka schodowa), CD, DE, EF (korytarz), drzwi d2, d3

$$T=0,25 \text{ i } U=1$$

$$t_1 = 75 \times 0,5 \text{ sek.} \times 7 \text{ dni w tygodniu} = 262,5 \text{ sek.} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$$

$$t = 0,25 \times 1 \times 0,0729 \text{ h/tydzień} = 0,0182 \text{ h/tydzień}$$

Dla osłon : AB (ściana zewnętrzna), FA (ściana zewnętrzna), strop górny, dolny

$$T=0,05 \text{ i } U=1$$

$$t_1 = 75 \times 0,5 \text{ sek.} \times 7 \text{ dni w tygodniu} = 262,5 \text{ sek.} = 0,0729 \text{ h/tydzień}$$

$$t = 0,05 \times 1 \times 0,0729 \text{ h/tydzień} = 0,00365 \text{ h/tydzień}$$

Obliczenia dla ekspozycji wykonywanych w kierunku stołu:

Strop dolny (pomieszczenie wentylatornii)

Dla promieniowania pierwotnego:

$$D1 = 0,95 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

$$I_A = 200 \text{ mA}$$

$$T=0,05, U=1$$

$$t_1 = 4,38 \text{ min}$$

$$t = 0,219 \text{ min}$$

$$D = 0,00095 \text{ cGy}$$

$$y = 0,21$$

$$I_{sd} = 1,85 \text{ m}$$

$$k_{sd} = 2688$$

wymagana osłona 1,9 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \text{ } \mu\text{Gy}, T=0,05, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,00365 \text{ h/tydzień},$$

$$I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{sd} = 0,9 \text{ m}$$

$$C_{1sd} = 5,3$$

Wymagana osłona 1,5 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę AB:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,05$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,00365 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{sd} = 0,9 \text{ m}$, $f = 2,10 \text{ m}$ $s = 0,295 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2sd} = 375$

Wymagana osłona 0,5 mm Pb

Osłona AB (ściana zewnętrzna)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,05$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,00365 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{AB} = 2,60 \text{ m}$

$C_{1AB} = 44$

Wymagana osłona 0,7 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,05$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,00365 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{AB} = 2,60 \text{ m}$, $f = 1,6 \text{ m}$ $s = 0,3853 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2AB} = 1392$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

Osłona AB (klatka schodowa)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{AB} = 2,60 \text{ m}$

$C_{1AB} = 8,8$

Wymagana osłona 1,1 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{AB} = 2,60 \text{ m}$, $f = 1,6 \text{ m}$ $s = 0,3853 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$$C_{2AB} = 279$$

Wymagana osłona 0,5 mm Pb

Osłona BC i drzwi d1 (sterownia)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 28,5 \mu\text{Gy}, T=1, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,0729 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{BC} = 1,40 \text{ m}$$

$$C_{1BC} = 3,8$$

Wymagana osłona 1,5 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$$D' = 28,5 \mu\text{Gy}, T=1, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,0729 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{BC} = 1,40 \text{ m}, f = 1,6 \text{ m} \quad s = 0,3853 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2BC} = 121$$

Wymagana osłona 0,8 mm Pb

Osłona BC (aneks socjalny, pokój opisów)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=1, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,0729 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{BC} = 1,40 \text{ m}$$

$$C_{1BC} = 0,64$$

Wymagana osłona 2,5 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=1, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,0729 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{BC} = 1,40 \text{ m}, f = 1,6 \text{ m} \quad s = 0,3853 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2BC} = 20$$

Wymagana osłona 1,4 mm Pb

Ośłona CD, DE, drzwi d2 (kabina pacjentów)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{CD,DE} = 1,50 \text{ m}$

$C_{1CD,DE} = 2,9$

Wymagana osłona 1,5 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{CD,DE} = 1,5 \text{ m}$, $f = 1,6 \text{ m}$ $s = 0,3853 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2CD,DE} = 93$

Wymagana osłona 0,9 mm Pb

Ośłona EF, drzwi d3 (korytarz)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{EF} = 3,70 \text{ m}$

$C_{1EF} = 18$

Wymagana osłona 0,8 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{EF} = 3,70 \text{ m}$, $f = 1,6 \text{ m}$ $s = 0,3853 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2EF} = 565$

Wymagana osłona 0,2 mm Pb

Ośłona EF (pokój lekarski)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=1$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0729 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$$I_{EF} = 4,10 \text{ m}$$

$$C_{1EF} = 5,5$$

Wymagana osłona 1,5 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=1, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,0729 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{EF} = 4,10 \text{ m}, f = 1,6 \text{ m} \quad s = 0,3853 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2EF} = 173$$

Wymagana osłona 0,6 mm Pb

Osłona FA (ściana zewnętrzna)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=0,05, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{FA} = 1,90 \text{ m}$$

$$C_{1FA} = 23$$

Wymagana osłona 0,7 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=0,05, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{FA} = 1,90 \text{ m}, f = 1,6 \text{ m} \quad s = 0,3853 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2FA} = 743$$

Wymagana osłona 0,2 mm Pb

Strop górny (dach)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=0,05, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{sg} = 2,40 \text{ m}$$

$$C_{1sg} = 37,5$$

Wymagana osłona 0,7 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,05$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,00365 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{sg} = 2,40 \text{ m}$, $f = 1,6 \text{ m}$ $s = 0,3853 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2sg} = 1186$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

Obliczenia dla ekspozycji wykonywanych w kierunku ścianki do zdjęć płucnych:

Strop dolny (pomieszczenie wentylatornii)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,05$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,00365 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{sd} = 1,2 \text{ m}$

$C_{1sd} = 9,4$

Wymagana osłona 1,1 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę :

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,05$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,00365 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{sd} = 1,2 \text{ m}$, $f = 2,10 \text{ m}$ $s = 0,295 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2sd} = 667$

Wymagana osłona 0,2 mm Pb

Osłona AB (ściana zewnętrzna)

Dla promieniowania pierwotnego:

$D1 = 0,95 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$

$I_A = 200 \text{ mA}$

$T=0,05$, $U=1$

$t_1 = 4,38 \text{ min}$

$t = 0,219 \text{ min}$

$D = 0,00095 \text{ cGy}$

$y = 0,21$

$I_{AB} = 2,60 \text{ m}$

$$k_{AB} = 1361$$

wymagana osłona 1,7 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=0,05, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{AB} = 1,0 \text{ m}$$

$$C_{1AB} = 6,5$$

Wymagana osłona 1,3 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=0,05, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{AB} = 2,60 \text{ m}, f = 1,6 \text{ m} \quad s = 0,3853 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2AB} = 1392$$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

Osłona AB (klatka schodowa)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=0,25, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,0182 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{AB} = 1,0 \text{ m}$$

$$C_{1AB} = 1,3$$

Wymagana osłona 2,0 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez podłogę:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, T=0,25, U=1, t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, t = 0,0182 \text{ h/tydzień}, I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{AB} = 2,60 \text{ m}, f = 1,6 \text{ m} \quad s = 0,3853 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2AB} = 279$$

Wymagana osłona poniżej 0,5 mm Pb

Osłona BC i drzwi d1 (sterownia)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 28,5 \mu\text{Gy}$, $T=1$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0729 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{BC} = 2,60 \text{ m}$

$C_{1BC} = 13$

Wymagana osłona 0,85 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę:

$D' = 28,5 \mu\text{Gy}$, $T=1$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0729 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{BC} = 2,60 \text{ m}$, $f = 2,10 \text{ m}$ $s = 0,295 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2BC} = 941$

Wymagana osłona 0,1 mm Pb

Osłona BC (aneks socialny, pokój opisów)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=1$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0729 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{BC} = 4,0 \text{ m}$

$C_{1BC} = 5,2$

Wymagana osłona 1,5 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=1$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0729 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{BC} = 4,0 \text{ m}$, $f = 2,10 \text{ m}$ $s = 0,295 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2BC} = 371$

Wymagana osłona 0,45 mm Pb

Osłona CD, DE, drzwi d2 (kabina pacjentów)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{CD,DE} = 5,0 \text{ m}$

$C_{1CD,DE} = 33$

Wymagana osłona 0,7 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{CD, DE} = 5,0 \text{ m}$, $f = 2,10 \text{ m}$ $s = 0,295 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2CD, DE} = 2322$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

Osłona EF, drzwi d3 (korytarz)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{EF} = 6,80 \text{ m}$

$C_{1EF} = 60$

Wymagana osłona 0,5 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=0,25$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0182 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{EF} = 6,80 \text{ m}$, $f = 2,10 \text{ m}$ $s = 0,295 \text{ m}^2$ $y = 0,21$

$C_{2EF} = 4295$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

Osłona EF (pokój lekarski)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=1$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0729 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$I_{EF} = 7,30 \text{ m}$

$C_{1EF} = 17$

Wymagana osłona 0,85 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę:

$D' = 4,75 \mu\text{Gy}$, $T=1$, $U=1$, $t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}$, $t = 0,0729 \text{ h/tydzień}$,
 $I_A = 200 \text{ mA}$

$$I_{EF} = 7,30 \text{ m}, \quad f = 2,10 \text{ m} \quad s = 0,295 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2EF} = 1236$$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

Osłona FA (ściana zewnętrzna)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, \quad T=0,05, \quad U=1, \quad t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, \quad t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, \\ I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{FA} = 1,90 \text{ m}$$

$$C_{1FA} = 23$$

Wymagana osłona 0,7 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, \quad T=0,05, \quad U=1, \quad t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, \quad t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, \\ I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{FA} = 1,90 \text{ m}, \quad f = 2,10 \text{ m} \quad s = 0,295 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2FA} = 1672$$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

Strop górny (dach)

Dla promieniowania rozproszonego przez ciało pacjenta:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, \quad T=0,05, \quad U=1, \quad t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, \quad t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, \\ I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{sg} = 1,5 \text{ m}$$

$$C_{1sg} = 15$$

Wymagana osłona 0,9 mmPb

Dla promieniowania rozproszonego przez ścianę:

$$D' = 4,75 \mu\text{Gy}, \quad T=0,05, \quad U=1, \quad t_1 = 0,0729 \text{ h/tydzień}, \quad t = 0,00365 \text{ h/tydzień}, \\ I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_{sg} = 1,5 \text{ m}, \quad f = 2,10 \text{ m} \quad s = 0,295 \text{ m}^2 \quad y = 0,21$$

$$C_{2sg} = 1042$$

Wymagana osłona poniżej 0,1 mm Pb

W przypadku zdjęć w kierunku ścianki do zdjęć kości długich obliczenia ograniczono do wiązki pierwotnej. Promieniowanie rozproszone zostało już uwzględnione w obliczeniach powyżej.

4 ekspoz. x 7 dni x 0,5 sek. = 14 sek. = 0,233 min/tydzień

Ośłona AB (ściana zewnętrzna)

Dla promieniowania pierwotnego:

$$D1 = 0,95 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

$$I_A = 200 \text{ mA}$$

$$T=0,05, U=1$$

$$t_1 = 0,233 \text{ min}$$

$$t = 0,012 \text{ min}$$

$$D = 0,00095 \text{ cGy}$$

$$y = 0,21$$

$$I_{AB} = 3,30 \text{ m}$$

$$k_{AB} = 46$$

wymagana osłona 0,6 mmPb

4. Zestawienie osłon stałych

osłona	wymagana	istniejąca	uwagi
AB	1,7 mm Pb	> 4,0 mm Pb	-
AB (klatka schodowa)	2,0 mm Pb	> 4,0 mm Pb	-
BC (sterownia)	1,5 mm Pb	> 3,0 mm Pb	ściankę w sterowni, w której będą osadzone okienko kontrolne i drzwi d1 wykonać zgodnie z poniższymi wytycznymi
BC (aneks socjalny, pokój opisów)	2,5 mm Pb	> 3,0 mm Pb	-
CD	1,5 mm Pb	projektowana	wykonać zgodnie z poniższymi wytycznymi
DE	1,5 mm Pb	projektowana	wykonać zgodnie z poniższymi wytycznymi
EF (korytarz)	0,8 mm Pb	> 3,0 mm Pb	-
EF (pokój lekarski)	1,5 mm Pb	> 3,0 mm Pb	-
FA	0,7 mm Pb	> 4,0 mm Pb	-
drzwi d1	1,5 mm Pb	projektowane	zainstalować drzwi min. 1,5 mm Pb
drzwi d2	1,5 mm Pb	projektowane	zainstalować drzwi min. 1,5 mm Pb
drzwi d3	0,8 mm Pb	projektowane	zainstalować drzwi min. 1,0 mm Pb
okienko kontrolne (sterownia)	1,5 mm Pb	projektowane	zainstalować okienko min. 1,5 mm Pb
strop górny	0,9 mm Pb	> 2,0 mm Pb	-
strop dolny	1,9 mm Pb	> 2,0 mm Pb	-

Równoważniki ołowiu dla istniejących osłon zostały wyznaczone (kolumna trzecia w tabelach) na podstawie PN-86/J-80001 „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma Obliczanie osłon stałych” oraz DIN/6812 „Medyczne urządzenia rentgenowskie do 300 kV Zasady ochrony radiologicznej”.

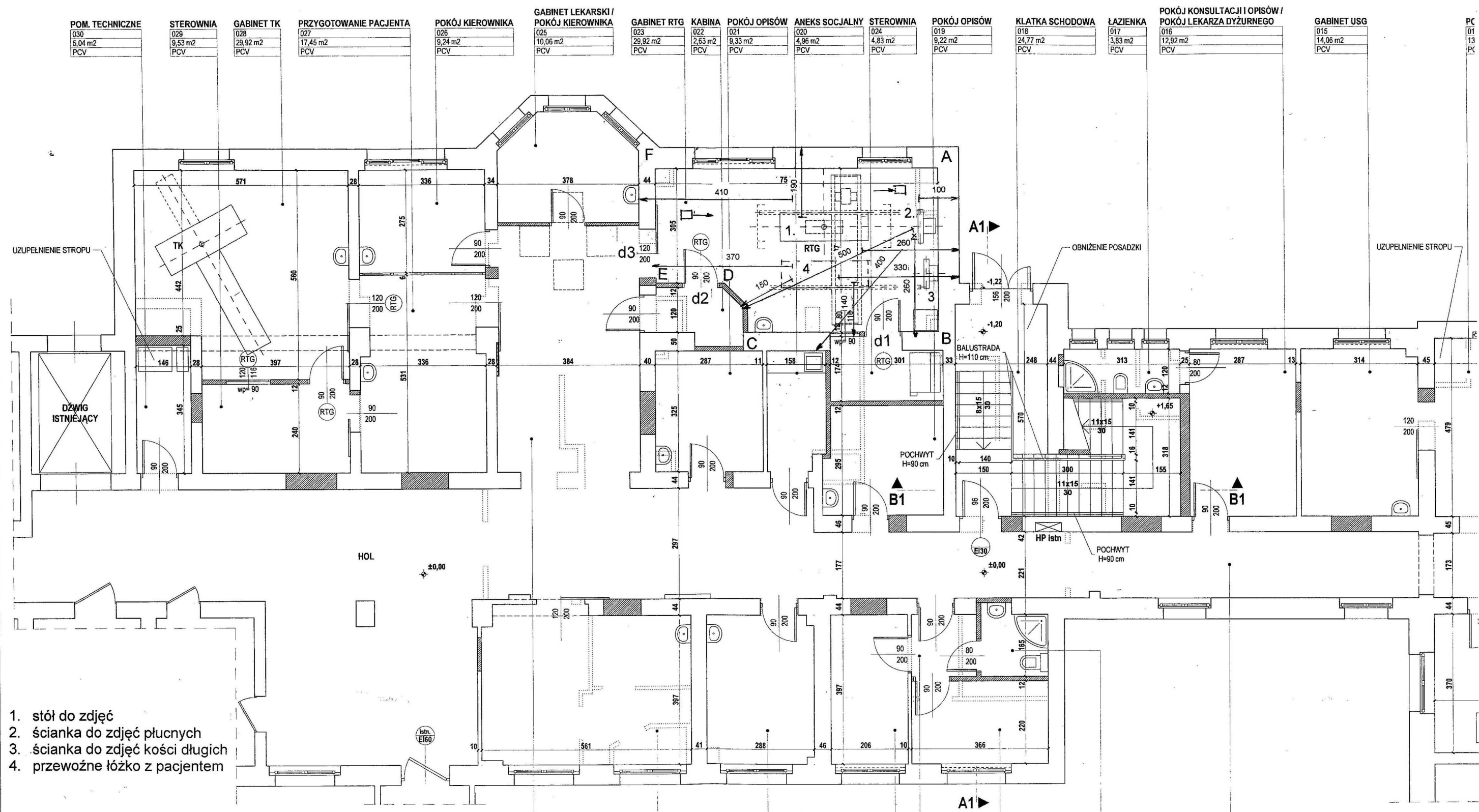
5. Analiza przeprowadzonych obliczeń

Z obliczeń wynika, iż istniejące ściany z cegły pełnej oraz strop górny i dolny nie będą wymagać dodatkowego zabezpieczenia.

Pozostałe osłony należy wykonać lub zabezpieczyć zgodnie z poniższymi wytycznymi.

6. Wytyczne do prac adaptacyjnych

- a) Ścianę CD i DE należy wykonać z płyt gipsowo-kartonowych z warstwą ołowiu minimum 1,5 mm. Alternatywnie cegła pełna lub silka pełna grubości 18 cm (gęstość min. 1,6 g/cm³).
- b) Drzwi d1, d2 powinny być wykonane z materiału o równoważniku min. 1,5 mm Pb.
- c) Drzwi d3 powinny być wykonane z materiału o równoważniku min. 1,0 mm Pb.
- d) Zapewnić okienko kontrolne w sterowni o równoważniku min. 1,5 mm Pb.
- e) Ściankę w sterowni, w której będą osadzone okienko kontrolne i drzwi d1 wykonać z materiału o równoważniku min. 1,5 mm Pb (cegła pełna lub silka pełna grubości 18 cm (gęstość min. 1,6 g/cm³) lub płyta gipsowo-kartonowa z warstwą ołowiu grubości 1,5 mm). Zabezpieczenie do pełnej wysokości.
- f) Okna należy zabezpieczyć osłoną min. 0,7 mm Pb. Zabezpieczenie okien do wysokości 180 cm nad powierzchnią posadzki.
- g) Zapewnić łączność głosową pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni, a pacjentem w gabinecie rtg.
- h) Zapewnić ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu włączaną równocześnie z zasilaniem generatora.
- i) Zapewnić aby odległość źródła promieniowania (ogniska lampy) od najbliższej ściany wynosiła co najmniej 1,5 m przy pionowym kierunku wiązki promieniowania



1. stół do zdjęć
2. ścianka do zdjęć płucnych
3. ścianka do zdjęć kości długich
4. przewożne łóżko z pacjentem

Obliczenia osłon stałych
Pracownia rtg
Centralna Diagnostyka Obrazowa
ul. Sokołowskiego 11 70-891 Szczecin
Opracował:
mgr inż. Maciej Malesa *Maciej Malesa*

Skala
1:100

Rys. Nr 1

POCZEKALNIA 001 53,24 m2 PCV	GABINET USG 002 22,92 m2 PCV	GABINET USG 003 11,34 m2 PCV	POKÓJ TECHNIKA DYZ. 006 8,18 m2 PCV	KORYTARZ WEWN. 005 2,87 m2 PCV	POKÓJ TECHNIKA DYZ. 007 8,05 m2 PCV	ŁAZIENKA 008 2,97 m2 PCV	KORYTARZ 004 41,13 m2 PCV	GABINET DENSYT. 009 16,80 m2 PCV
---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	---	--	-----------------------------------	------------------------------------	---